

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

PCT/PTO 13 SEP 2004  
PCT/JP03/06082

15.05.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 5月20日

REC'D 04 JUL 2003

出願番号

Application Number:

特願2002-145300

[ST.10/C]:

[JP2002-145300]

出願人

Applicant(s):

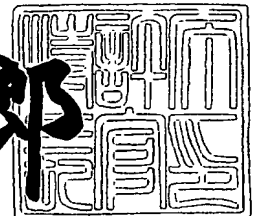
株式会社リコー

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 6月19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3047882

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 0200854

【提出日】 平成14年 5月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B06B 1/02  
B41J 2/045

【発明の名称】 液滴吐出ヘッド、インクカートリッジ、インクジェット  
記録装置及びマイクロポンプ

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込1丁目3番6号  
株式会社 リコー内

【氏名】 田中 慎二

【特許出願人】

【識別番号】 000006747

【氏名又は名称】 株式会社 リコー

【代表者】 桜井 正光

【代理人】

【識別番号】 100085660

【氏名又は名称】 鈴木 均

【電話番号】 03-3380-7533

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 060613

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0201246

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液滴吐出ヘッド、インクカートリッジ、インクジェット記録装置及びマイクロポンプ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液滴を静電力による圧力波によって吐出する液滴吐出ヘッドであって、

液滴を吐出する少なくとも一つのノズル孔と、このノズル孔と連通し且つ吐出する液を収容した加圧液室と、この加圧液室と連通する共通液室と、この加圧液室の壁面の一部を構成する振動板と、この振動板に接して加圧液室と反対側に設けられた空隙と、この空隙を介して振動板と対向配置された電極と、を備え、電極に印加した電圧によって発生する静電力により振動板を撓ませることで加圧液室内の内圧を高めて前記ノズル孔から液滴を吐出する液滴吐出ヘッドにおいて、

前記共通液室の壁面の一部に前記振動板の変形量よりも大きい変形可能板を設けると共に、この変形可能板を挟んで共通液室と反対側には前記空隙と連通する気圧補正室を設けたことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記変形可能板の厚さは前記振動板の厚さよりも薄いことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記変形可能板の面内長は、前記振動板の面内長よりも大きいことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記気圧補正室に連通する全空隙の体積を  $V_0$  とし、且つ前記変形可能板に  $53 \text{ hPa}$  の一様圧力が加えられた場合に、前記変形可能板の変位による前記体積  $V_0$  の変化分が  $0.15 \times V_0$  以上となるように構成したことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項 5】 インク滴を吐出する液滴吐出ヘッドと、この液滴吐出ヘッドにインクを供給するインクタンクとを一体化したインクカートリッジにおいて、前記液滴吐出ヘッドが請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の液滴吐出ヘッドであることを特徴とするインクカートリッジ。

【請求項 6】 インク滴を吐出するインクジェットヘッドを搭載したインク

ジェット記録装置において、前記インクジェットヘッドが請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の液滴吐出ヘッドにて構成されていることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 7】 振動板の変形によって液体を輸送するマイクロポンプにおいて、前記マイクロポンプが請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の液滴吐出ヘッドにて構成されていることを特徴とするマイクロポンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばインク液等の液滴を静電力による圧力波によって吐出する液滴吐出ヘッド、インクカートリッジ、インクジェット記録装置、及びマイクロポンプに関する。

【0002】

【従来の技術】

インク液滴をノズルから直接記録媒体上に噴射して記録を行うインクジェット記録装置の中でも、必要な時のみインクを吐出するタイプのオンデマンド方式は、インクを回収するための機構が不要であるため、低価格化、小型化が可能であり、カラー化にも対応可能な特徴を有している。

インクジェット記録装置は、プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ等の画像記録装置あるいは画像形成装置として用いられている。インクジェット記録装置における液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドは、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する加圧液室（吐出室、圧力室、液室、インク流路等とも称される）と、この加圧液室内のインクを加圧する圧力発生手段を備えていて、圧力発生手段により生成した圧力により加圧液室内のインクを加圧することにより、ノズルからインク滴を吐出させる。

このようなインクジェットヘッドとしては、ピエゾ型、バブル型のものがポピュラーであるが、圧力発生手段に静電力を用いた静電型インクジェットヘッドも知られている。

ピエゾ型のインクジェットヘッドは、ピエゾ素子の圧電変位によりインク室に

圧力波を発生させ、インクノズルよりインクを吐出させる電気機械変換方式である。バブル型は、短時間で高温まで加熱されるヒータによりインク室に気泡を発生させ、気泡の体積膨張によりインクを吐出させる電気熱変換方式である。

また、静電型インクジェットヘッドは、インクノズル孔と連通した加圧液室と、加圧液室の一部の壁面をなす振動板と、微小な空隙を介して振動板と対向配置される電極と、を備えたアクチュエータを多数並列配置した構成を備え、電極に電圧を印加して振動板を変形させ、加圧液室内に圧力を発生させることにより、加圧液室内のインク液を液滴としてインクノズル孔から吐出させている。換言すれば、静電型のインクジェットヘッドは、静電引力を利用して各アクチュエータの振動板を変形させ、この変形時の機械的な力、もしくは静電引力をOFFした際に振動板に生じる機械的な反発力により、加圧液室内のインクをノズルから吐出させる構成を有する。

近年、環境問題から鉛フリーであるバブル型、静電型が注目を集め、鉛フリーに加え低消費電力の観点からも環境に影響が少ない静電型のインクジェットヘッドが種々提案されている。

また、この静電型インクジェットヘッドは、ウェハプロセスでの製作が可能であるため、高密度化が容易であり、且つ大量に特性の安定した素子を製作することができ、また平面構造を基本とすることから小型化が容易であるといった特徴を有している（特開平2-289351号、同5-050601号、同6-071882号公報）。

### 【0003】

次に、図9及び図10は、従来の静電型液滴吐出ヘッドの構成例を示す分解斜視図、及び組立状態のアクチュエータ部の縦断面図である。この従来例に係る静電型液滴吐出ヘッド100は、例えばインクジェット記録装置に使用されるインクジェットヘッドであり、この液滴吐出ヘッド100は、第1基板である流路基板101と、流路基板101の下側に接合した第2基板である電極基板102と、流路基板101の上側に接合した第3基板であるノズル板103と、を重ねて接合した積層構造体で構成されている。

更に、この液滴吐出ヘッド100は、ノズル板103の適所に貫通形成された

複数のノズル孔131、各ノズル孔131が連通するインク流路である加圧液室111、加圧液室111の壁面の一部を形成している振動板113、ノズル板103の下面に形成された凹所である流体抵抗部132を介して加圧液室111と連通する共通液室112、振動板113を静電気力により撓ませるための空隙（振動室）121を介した下方位置に対向配置される個別電極122と、を備えている。電極122に印加された電圧によって、電極122と振動板113間に電位差が与えられ、振動板113が撓む（振動する）構成となっている。振動板113が振動室121側に撓んだ後で加圧液室111側へ復帰する際に発生する圧力波によって、ノズル孔131からインクが吐出されるように構成されている。

細長い形状の加圧液室111は、隔壁111aを介して複数個、平行に配置されており、各加圧液室111に対応するノズル板103の部分には、夫々ノズル孔131が1カ所ずつ貫通形成されている。ノズル板103を流路基板101上に接合したときに、各加圧液室111は、隔壁111aによって画成される。

電極基板102側に設けた電極122は、流路基板101側の各加圧液室111と対応するように形成した振動室121の底部に形成されている。各振動室121は隔壁121aにより仕切られている。

共通液室112は、全ての加圧液室111の端部に跨るように延在して配置されており、共通液室112の下方、その他の部位に連設した図示しないインク供給口（液滴供給口）を介して図示しないインクタンクから共通液室112へインクが供給され、更に各流体抵抗部132を介して各加圧液室111へインクが供給される。

#### 【0004】

ところで市場では他の電子機器の場合と同様に、インクジェットプリンタを含むOA機器等に対しても省エネルギー化の要請が強くなっている。静電型の液滴吐出ヘッドは、他の方式に比べ消費電力が少ないことが特徴ではあるが、低消費電力化を更に推し進めるとすれば、駆動電圧を更に下げる必要がある。そのような要請に対応する方法としては、振動室121の高さ方向幅（電極122－振動板113間の距離）を狭くし、振動板113の厚みを薄くする対策が考えられる。しかし、この構成を採ることにより駆動電圧を下げることはできるが、振動室

1 2 1 の高さ方向幅が狭い一方で、振動板の剛性が低いため、振動室 1 2 1 内に水分が存在すると、液架橋力もしくは水素結合力により振動板が電極に接したまま吸着した状態になり、アクチュエータとしては機能しなくなる。従って振動室 1 2 1 には、外気から液体が侵入できない構成としなければならない。そのために、振動室 1 2 1 は外界から完全に遮断されている方が望ましいが、少なくとも振動室に水等の液体が侵入できない構成であればよい。

しかしながら、振動室 1 2 1 と該振動室 1 2 1 に連通する他の空間（以下、アクチュエータ室、と記す。）にヘッド外の気体が入り出できない構成を採る場合には、別の問題が生じる。つまり、アクチュエータ室内の気体と外界の気体が自由に行き来できないため、外界の気圧、温度が変化すると、アクチュエータ室内と外界の気圧に差が生じ、この気圧差の大きさに応じ振動板の平衡位置が変化する。例えば、アクチュエータ室内の内圧が外気圧よりも小さければ、振動板の平衡位置は電極側に近づき、アクチュエータ室内の内圧が外気圧よりも大きければ、振動板の平衡位置は電極から遠ざかる。結果として、ヘッドから吐出される液滴の吐出量、速度は、アクチュエータ室と外界との気圧差により変化することになり、液滴吐出ヘッドは安定した吐出特性を維持できない。従って、何らかの手段により気圧、温度に対する補正手段を設ける必要がある。

#### 【 0 0 0 5 】

上記課題に対する従来の対策例としては、以下の構成が挙げられる。

即ち、特開平 1 1 - 2 8 6 1 0 9 号（以下、従来技術 1、という）に開示された「インクジェットヘッドの駆動制御方法及び装置」は、気圧検出手段として圧力センサを用いたり、もしくは手動入力によって外気圧の値を読みこみ、読みこまれた値に応じて駆動電圧波形を変化させるというものである。

また、特開 2 0 0 1 - 3 0 0 4 2 1（以下、従来技術 2、という）に開示された「静電アクチュエータ、及びそれを用いた液体噴射装置」は、変位板と称する大気に通じる薄板をキャビティプレートと称する振動板を形成する基板に設けて、変位板を挟んで大気と逆側の圧力補償室を振動室と連通させ、変位板の撓みにより振動室の圧力を補償する、という構成を採っている。

しかし、従来技術 1 においては、気圧検出手段、補償のための気圧－駆動電圧



波形を記憶しておくための記憶手段、さらには制御手段等が必要となり、製品のコストアップは避けられないという問題があった。

また、従来技術 2 においては、ヘッドのマルチ駆動に対応させるために、変位板のスペースは広いものとならざるを得ず、ヘッドそのものの大型化、ひいてはプリンターの大型化に繋がり、省スペース化を目指す観点からは好ましくないという問題があった。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

上記の如く、静電型インクジェットヘッドの加圧液室の壁面の一部を構成する振動板と、電極との間に位置する振動室の幅は、数ミクロン以下であり、振動室を大気環境に開放した状態にしておく、振動室内に塵が侵入し、振動室内の塵が振動板の変形を阻害することがある。また、振動板の表面に水分が吸着すると、液架橋力によって振動板が電極に吸着してしまい吐出不良が発生する可能性がある。さらに振動板を連続駆動していると、振動室内の気体がしだいに抜けて減圧状態になり、電圧が加えられていない状態でも振動板が電極側に撓んで回復せず、十分なインク吐出量／圧力が得られなくなる場合がある。そこで通常は振動室と連結する大気開放部を樹脂等で封止して、振動室部が密閉状態になるようにしている。

しかし、振動板と電極との間に介在する振動室内を密閉状態にすると、例えば気圧が通常よりも低い高地のように著しく気圧が通常と異なる環境では、振動室内の圧力と外部の低い圧力との間の圧力差により振動板が加圧液室側に常時撓んだ状態となり、吐出不良が発生する。外部圧力が高い場合には、振動板は上記と逆の方向に撓んだ状態となる。

そこで特開平 1 1 - 2 8 6 1 0 9 号や特開 2 0 0 0 - 2 7 2 1 2 0 公報では、気圧検出手段によって振動室内との圧力差を測定し、電圧駆動波形を補正したり、別途圧力調整をするための大面積の振動板を設けて、密閉部の体積を変化させて外気圧との圧力差を調整している。しかしながら、気圧検出手段や、大面積の圧力調整手段を付加させると、ヘッドコストが高くなってしまい、またチップの小型化・集積化も困難になる。

本発明は上記に鑑みてなされたものであり、圧力検出手段等の格別の構成要素の追加が不要であり、かつ小型な圧力調整手段をヘッドチップに設けることで、低コストで広範囲な環境気圧に対応できる液滴吐出ヘッドを作製するとともに、それを用いた液滴吐出ヘッド、インクカートリッジ、及びインクジェット記録装置、及びマイクロポンプを提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項1の発明は、液滴を静電力による圧力波によって吐出する液滴吐出ヘッドであって、液滴を吐出する少なくとも一つのノズル孔と、このノズル孔と連通し且つ吐出する液を収容した加圧液室と、この加圧液室と連通する共通液室と、この加圧液室の壁面の一部を構成する振動板と、この振動板に接して加圧液室と反対側に設けられた空隙と、この空隙を介して振動板と対向配置された電極と、を備え、電極に印加した電圧によって発生する静電力により振動板を撓ませることで加圧液室内の内圧を高めて前記ノズル孔から液滴を吐出する液滴吐出ヘッドにおいて、前記共通液室の壁面の一部に前記振動板の変形量よりも大きい変形可能板を設けると共に、この変形可能板を挟んで共通液室と反対側には前記空隙と連通する気圧補正室を設けたことを特徴とする。

これによれば、圧力検出手段等の格別の構成要素を追加することによる構成の複雑化、製造工数の増大、複雑化、コストアップを招くことなく、単に既存の構成要素の一部（共通液室の一部）を変形容易に加工するだけの簡単な変更により圧力補正手段を構築し、低コストで広範囲な環境気圧に対応できる液滴吐出ヘッドを提供することが可能となる。

請求項2の発明は、請求項1に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記変形可能板の厚さは前記振動板の厚さよりも薄いことを特徴とする。

変形可能板は、その肉厚を振動板よりも薄くすることによって気圧補正手段として機能することができる。

請求項3の発明は、請求項1に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記変形可能板の面内長は、前記振動板の面内長よりも大きいことを特徴とする。

変形可能板の変位を拘束する面内長、即ち、矩形の変形可能板の場合にはその

短辺の長さを、同じく矩形の振動板の短辺の長さよりも長くすることにより、変形可能板は、同じ肉厚の振動板よりも変形が容易となり、気圧補正手段として機能することが可能となる。

【 0 0 0 8 】

請求項 4 の発明は、請求項 1 に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記気圧補正室に連通する全空隙の体積を  $V_0$  とし、且つ前記変形可能板に 53 hPa の一様圧力が加えられた場合に、前記変形可能板の変位による前記体積  $V_0$  の変化分が  $0.15 \times V_0$  以上となるように構成したことを特徴とする。

変位可能板が満たすべき条件としては、どのような環境条件（温度、気圧）の変化があっても、変形可能板の変位に係わる振動室（空隙）の体積変化分が、振動板の変位に係わる振動室（空隙）の体積変化分よりも十分に大きくなるように構成することが重要である。このような条件を満たす限り、振動室内外に気圧差が生じたとしても、振動板の平衡位置はほとんど変化せず、アクチュエータ、変形可能板の各材料、構成パラメータを選択することで気圧補正機能を備えた液滴吐出ヘッドの構築が容易となる。

請求項 5 の発明に係るインクカートリッジは、インク滴を吐出する液滴吐出ヘッドと、この液滴吐出ヘッドにインクを供給するインクタンクとを一体化したインクカートリッジにおいて、前記液滴吐出ヘッドが請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の液滴吐出ヘッドであることを特徴とする。

これによれば、製造不良が減少し、低コスト化を図ることができる。

請求項 6 の発明に係るインクジェット記録装置は、インク滴を吐出するインクジェットヘッドを搭載したインクジェット記録装置において、前記インクジェットヘッドが請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の液滴吐出ヘッドであることを特徴とする。

これによれば、本発明に係るいずれかの液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドを搭載したので、信頼性が高く、高画質化が可能である。

請求項 7 の発明に係るマイクロポンプは、振動板の変形によって液体を輸送するマイクロポンプにおいて、前記マイクロポンプが請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の液滴吐出ヘッドであることを特徴とする。

これによれば、電極間に働く静電力によって前記振動板を変形させるので、小型であり、低消費電力のマイクロポンプが実現できる。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を、添付図面を参照して説明する。なお、以下の説明において、静電型液室吐出ヘッドの圧力発生形態は、個別電極と振動板が空隙（エアギャップ）を挟んで対向し、振動板を共通電極として、個別電極と振動板間に電位差が与えられ振動板が撓む構成、を用いて説明する。

また、数式を用いたより詳しい説明に際しては、振動板に比して変形量が大きい変形可能板を、矩形薄板として考える。その他の形状であっても、変形量が大きい限り、本質は同じである。

図1は本発明の一実施形態に係る液滴吐出ヘッドの分解斜視図、図2は組み付け状態のアクチュエータ部を示す縦断面図である。

この実施形態例に係る静電型液滴吐出ヘッド0は、例えばインクジェット記録装置に使用されるインクジェットヘッドであり、この液滴吐出ヘッド0は、第1基板である流路基板1と、流路基板1の下側に接合した第2基板である電極基板2と、流路基板1の上側に接合した第3基板であるノズル板3と、を重ねて接合した積層構造体で構成されている。符号5は封止材である。

更に、この液滴吐出ヘッド0は、ノズル板3の適所に貫通形成された複数のノズル孔31、各ノズル孔31が連通するインク流路である加圧液室11、加圧液室11の壁面の一部を形成している振動板13、ノズル板3の下面に形成された凹所である流体抵抗部32を介して加圧液室11と連通する共通液室12、振動板13を静電気力により撓ませるための空隙（振動室）21を介した下方位置に対向配置される個別電極22と、を備えている。電極22に印加された電圧によって、電極22と振動板13との間に電位差が与えられ、振動板13が撓む（振動する）構成となっている。振動板13が振動室21側に撓んだ後で加圧液室11側へ復帰する際に発生する圧力波によって、ノズル孔31からインクが吐出されるように構成されている。

細長い形状の加圧液室11は、隔壁11aを介して複数個、平行に配置されて

おり、各加圧液室 1 1 に対応するノズル板 3 の部分には、夫々ノズル孔 3 1 が 1 カ所ずつ貫通形成されている。ノズル板 3 を流路基板 1 上に接合したときに、各加圧液室 1 1 は、隔壁 1 1 a によって区画される。

【0010】

電極基板 2 側に設けた電極 2 2 は、流路基板 1 側の各加圧液室 1 1 と対応するように形成した振動室 2 1 の底部に形成されている。各振動室 2 1 は隔壁 2 1 a により仕切られている。

共通液室 1 2 は、全ての加圧液室 1 1 の端部に跨るように延在して配置されており、共通液室 1 2 の下方、その他の部位に連設した図示しないインク供給口（液滴供給口）を介して図示しないインクタンクから共通液室 1 2 ヘインクが供給され、更に各流体抵抗部 3 2 を介して各加圧液室 1 1 ヘインクが供給される。

この共通液室 1 2 の構成は、ヘッドの構成により、いろいろな配置構成を採り得るが、本実施形態では、共通液室 1 2 を構成する壁面のうちの一面（下面）を振動板 1 3 よりも変形が容易な変形可能板（気圧補正手段）1 4 とした構成が特徴的である。即ち、振動板 1 3 と略同一平面上に配置された変形可能板 1 4 は隔壁 1 1 b を介して振動板 1 3 と連設されているが、変形可能板 1 4 の変形量（撓み量）が振動板 1 3 の変形量よりも大きくなるように設定されている。つまり、変形可能板 1 4 の変位量（撓み量） $\delta$ に係る式（1）において、気圧 P が同じ値を取る場合には、変形可能板 1 4 の方が  $\delta$  の値が振動板 1 3 のそれよりも大きくなるように設定されている。

$$\delta = \frac{1 - \nu^2}{32E} \frac{a^4}{t^3} P \quad (1)$$

$\nu$  : 板材のポアソン比  
 $E$  : ヤング率  
 $t$  : 板の厚み

板厚  $t$  以外の、材料・構成パラメータの値を一定とした場合には、板厚  $t$  を変化させることにより、変形可能板 1 4 の変位量を変化させることが可能となることが明らかである。

また、変形可能板（気圧補正手段）1 4 を挟んで、共通液室 1 2 と反対側の空間である気圧補正室（気圧補正手段）2 3 は、振動室 2 1 と連通している。さらに、気圧補正室 2 3 と振動室 2 1 を含むヘッド内空間（＝アクチュエータ室）は

、大気から完全に遮断された構成を採る。この構成においては、振動板 1 3 よりも剛性の低い変形可能板 1 4 が振動室 2 1 に連通しているため、振動室 2 1 と外界との間に気圧差が発生すると、振動板 1 3 の平衡位置が変化するのではなく、変形可能板 1 4 の平衡位置がいち早く大きく変化することで、振動板 1 3 の変位を抑制することができる。

【 0 0 1 1 】

吐出ヘッドの形状として本発明の如き構成を採用すれば、振動室 2 1 の内気圧と外界との気圧差により振動板 1 3 の平衡位置が大きく変化することがないので、必然的に駆動電圧値を変えて気圧補正を行なう必要がなくなり、ヘッドから吐出される液滴の吐出量、速度が気圧差により変動することがなくなり、液滴吐出ヘッドは安定した吐出特性を維持することができる。

また、本構成では、気圧補正手段を、ヘッド構成上必須である共通液室 1 2 部に併設しているため、ヘッドサイズの大型化を最小限に抑えつつ、静電型液滴吐出ヘッド特有の課題である気圧補正を行なうことができる。

なお、図示した本実施形態では、各アクチュエータを構成する振動室 2 1 は隔壁 2 1 a により区画されている一方で、各気圧補正室 2 3 が共通しているため振動室 2 1 間は連通している。しかし、これは一例に過ぎず、各振動室 2 1 及び気圧補正室 2 3 をアクチュエータ毎に独立（非連通）した構造としてもよい。いずれの場合であっても本発明の構造を同様に適用することができ、同様の効果を得ることができる。しかし、各振動室 2 1 が独立している場合には、各アクチュエータ毎に本発明の構成を設ける必要がある。また、気圧補正室 2 3 についてもアクチュエータ毎に独立させても良い。

実際には、ノズル孔 3 1 からの液滴垂れが生じないように、加圧液室 1 1、流路 1 5、共通液室 1 2 内の圧力は負圧になるように設定される。この負圧は、振動板 1 3、変形可能板 1 4 に対して共に加えられているため、この負圧の存在に左右されることなく、上述の説明はそのまま成立する。なお、大気圧の影響は、ヘッド内液体を通じて、振動板 1 3、変形可能板 1 4 に加わる。

変形可能板 1 4 の変形量を振動板 1 3 のそれよりも大きくするためには、式（1）からも分かるように、変形可能板 1 4 の厚み  $t$  を振動板 1 3 の厚みよりも薄

くするか、もしくは変形可能板 14 の変位を拘束する面内長（矩形の変形可能板ではその短辺長）を、振動板 13 の変位を拘束する面内長よりも長くする必要がある。ここで、面内長を長くする構成を採ることで、振動板 13 を形成する際に変形可能板 14 を同時に形成するプロセスが適用でき、製造プロセスの増加、それに伴うコストアップを防ぐことができる。

【0012】

次に、気圧補正室 23 に連通する全ての振動室 21 を含むアクチュエータ室の体積（容積）の初期平衡状態が、状態方程式  $P_0 V_0 = n R T_0$  により表される場合、初期平衡状態での温度  $T_0$ 、気圧  $P_0$  が、その後、夫々  $T$ 、 $P$  に変化したときの状態は、 $P V = n R T$  で表される。すると状態遷移前後の体積差  $\Delta V$  は式（2）で与えられる。

$$\Delta V = V - V_0 = V_0 \left( \frac{T P_0}{P T_0} - 1 \right) \quad (2)$$

一方、各振動板 13 と交叉する方向へ長く延びる長方形の変形可能板 14 の短辺方向中央部の変位量  $\delta$  は、その変位量  $\delta$  が矩形薄板である振動板 13 の短辺長  $a$  に比して十分小さい場合、変形可能板 14 に一様に加わる圧力  $P$  に対して式①で与えられる。このとき、上記変位前後における体積変化分は、振動板 13 の長辺長  $b$  が短辺長  $a$  よりも十分長いとすれば、式（3）で表せる。

$$W = \frac{1 - \nu^2}{60 E} \frac{a^5 \cdot b}{t^3} P \quad (3)$$

以下、振動板 13 の各材料・構成パラメータを（ $\delta$ 、 $\nu$ 、 $E$ 、 $a$ 、 $t$ ）で表し、変形可能板 14 の各材料・構成パラメータを（ $\delta'$ 、 $\nu'$ 、 $E'$ 、 $a'$ 、 $t'$ ）で表す。

本発明の特徴は、上記の如く気圧補正手段としての変形可能板 14 を吐出ヘッドの一部に設けることにより、振動室 21 の内外に気圧差が生じたとしても、振動板 13 の平衡位置はほとんど変化せず、結果として振動特性がほとんど変わらないように構成した点にある。

一例を示すと、液滴吐出ヘッドの通常使用において、大気圧が、1013 hPa を標準値として 960 hPa まで変動し、また、温度が、25℃ を標準値とし

て、0～50℃まで変動するとした場合、変形可能板14が満たすべき条件は、変形可能板14に53hPaの一樣荷重が加えられた場合に、変形可能板14の変位によるアクチュエータ室（気圧補正室23に連通する全ての振動室21を含むアクチュエータ室）の容量変化は、式（2）より $0.15 \times V_0$ 以上となる。

一方で、変形可能板14と振動板13の夫々の変位による振動室21の体積変化分の和と、状態方程式から導かれる振動室21の体積変化分は等しくなるので、次式（4）の条件が導かれる。但し、 $P_{out}$ は外界の大気圧、 $P_{in}$ は振動室21内の気圧である。 $T_0$ は初期平衡状態での温度、 $T$ は変化後の温度である。

$$\frac{1-\nu'^2}{60E'} \frac{a'^5 \cdot b'}{t'^3} (P_{out}-P_{in}) + \frac{1-\nu^2}{60E} \frac{a^5 \cdot b}{t^3} (P_{out}-P_{in}) = V_0 \frac{T_0 P_{in} - P_0 T_{in}}{T_0 P_{in}} \quad (4)$$

従って、変形可能板14が満たすべき他の条件は、どのような環境（温度、気圧）条件下においても、式（4）の左辺第1項の値（変形可能板14の変位に係わる振動室の体積変化分）が、左辺第2項の値（振動板13の変位に係わる振動室の体積変化分）よりも十分に大きくなることである。これが、振動室21内外に気圧差が生じて、振動板13の平衡位置はほとんど変化しない条件であり、アクチュエータ、変形可能板14の各材料、構成パラメータを選択することで実施が容易である。

【0013】

次に、本発明に係る実施例について説明する。

〔実施例1〕

〔評価方法〕

評価方法は次の如くである。即ち、本発明の変形可能板14が形成されたアクチュエータを備えた吐出ヘッドの他に、比較用の吐出ヘッドとして、変形可能板14が形成されていない構成を除いて上記実施形態の吐出ヘッドと全く同じ構成を有したアクチュエータを備えた吐出ヘッドを作製した。

設定温度10℃とした環境試験室内で、本発明の吐出ヘッドと比較用吐出ヘッ



ドを、ホットプレート上で加熱した。その際、温度に対する両吐出ヘッドのエア Gap 長（振動室 2 1 の長さ）を計測した。計測方法は、アクチュエータの駆動により振動板 1 3 を電極 2 2 に当接させ、このときの変位量をレーザードップラー振動計で計測した。つまり、この読み取った値が、電極 2 2 と振動板 1 3 間のエア Gap 長となる。

なお、振動計で変位量を読み取るために、加圧液室 1 1、共通液室 1 2 内には液体が存在しない状態で、しかもノズル板は接合しない状態で計測を行なった。しかし、液が存在しないために、以下の結果が大きく変わることは無い。

#### [吐出ヘッド]

吐出ヘッドの構成、製造方法の概略は、次の如くである。

電極基板 2 については、S i 基板の片面上に振動室 2 1 となる掘り込みを平行に複数本形成し、各掘り込み内に酸化膜を形成した後、酸化膜上に T i N を製膜して個別電極 2 2 を形成した。次に、振動基板 1 については、別の S i 基板の片面にエッチングにより振動板 1 3、共通液室 1 2、それに伴う変形可能板 1 4 等を形成した。このとき、振動板 1 3 と変形可能板 1 4 は、全くの同一プロセスにおいて形成した。その後、電極基板 2 と振動基板 1 とを直接接合により接合した。なお、各吐出ヘッドに形成されたアクチュエータ数は 1 列 1 9 2 である。全ての振動室 2 1 が、1 つの気圧補正室 2 3 に連通する構成を採る。

#### [振動板 1 3 の仕様]

矩形の振動板 1 3 の仕様は次の如くである。

厚み  $t = 2 \mu\text{m}$ 、短辺長  $a = 125 \mu\text{m}$ 、長辺長  $b = 1000 \mu\text{m}$

#### [共通液室 1 2 に設ける変形可能板 1 4 の仕様]

変形可能板 1 4 の仕様は次の如くである。

厚み  $t = 2 \mu\text{m}$ 、短辺長  $a = 2000 \mu\text{m}$ 、長辺長  $b = 30 \text{mm}$

#### [電極 2 2 の形状]

振動板 1 3 と対向する電極 2 2 は、振動板 1 3 に対して平行となるように形成した。また、電極 2 2 と振動板 1 3 間のエア Gap 長（振動室 2 1 の長さ）は、仕様上  $0.2 \mu\text{m}$  となるよう設計した。

【0014】

## 〔結果〕

図3及び図4には、夫々、本発明の吐出ヘッドと比較用の吐出ヘッドにおける温度変化によるエアGap長の変化の結果を示す。エアGap長（当接時の変位量に等しい）を縦軸として、温度を横軸としている。

図4では比較用吐出ヘッドのアクチュエータにおけるGap長と温度の関係を示しており、温度に対してアクチュエータ室内のエアが膨張・収縮し、エアGap長が明らかに変化しているのが見て取れる。このようなアクチュエータをプリンターに搭載しても、温度、気圧検出手段、駆動電圧補正手段等の補償手段の併用無しでは、環境変化に対して安定なインク吐出は困難である。

一方、図3では本発明実施形態例のアクチュエータのGap長と温度との関係を示しており、温度変化に対してエアGap長の明らかな変化が認められない。これは、より剛性の低い変形可能板14が、温度変化によるアクチュエータ内エアの膨張・収縮に対して、振動板13よりも十分敏感に反応して変位するため、エアの膨張・収縮の影響が振動板13の変位に繋がらないためである。

この実施例では、振動板13と変形可能板11を同じ材料として述べたが、変形可能板14の変形量を振動板13のそれよりも大きくするためには、振動板13または変形可能板14の材料を別のものにして、変形可能板14として、振動板13よりもヤング率の低い材料を用いることも可能である。

## 【0015】

## 〔実施例2〕

次に、上記実施形態に係る液滴吐出ヘッド（インクジェットヘッド）を使用したインクカートリッジについて図5を参照して説明する。

このインクカートリッジは、ノズル50等を有する上記各実施形態のいずれかのインクジェットヘッド51と、このインクジェットヘッド51に対してインクを供給するインクタンク52とを一体化したものである。上述したような高性能なヘッドとカートリッジを一体化することで、トータルでのヘッドの付加価値が増す。

## 【0016】

## 〔実施例3〕

次に、本発明に係る液滴吐出ヘッド（インクジェットヘッド）を搭載したインクジェット記録装置の一例について図 6 及び図 7 を参照して説明する。なお、図 6 は同記録装置の機構部の側面説明図、図 7 は同記録装置の斜視説明図である。

このインクジェット記録装置は、記録装置本体 5 1 の内部に主走査方向に移動可能なキャリッジ、キャリッジに搭載した本発明を実施したインクジェットヘッドからなる記録ヘッド、記録ヘッドへインクを供給するインクカートリッジ等で構成される印字機構部 5 3 等を収納し、装置本体 5 1 の下方部には前方側から多数枚の用紙 P を積載可能な給紙カセット（或いは給紙トレイでもよい。）5 4 を抜き差し自在に装着することができ、また、用紙 P を手差しで給紙するための手差しトレイ 5 5 を開倒することができ、給紙カセット 5 4 或いは手差しトレイ 5 5 から給送される用紙 P を取り込み、印字機構部 5 3 によって所要の画像を記録した後、後面側に装着された排紙トレイ 5 6 に排紙する。

印字機構部 5 3 は、図示しない左右の側板に横架したガイド部材である主ガイドロッド 6 1 と従ガイドロッド 6 2 とでキャリッジ 6 3 を主走査方向に摺動自在に保持し、このキャリッジ 6 3 にはイエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ（M）、ブラック（Bk）の各色のインク滴を吐出する本発明に係るインクジェットヘッドからなる液滴吐出ヘッド 6 4 を複数のインク吐出口（ノズル）を主走査方向と交差する方向に配列し、インク滴吐出方向を下方に向けて装着している。またキャリッジ 6 3 にはヘッド 6 4 に各色のインクを供給するための各インクカートリッジ 6 5 を交換可能に装着している。

#### 【 0 0 1 7 】

インクカートリッジ 6 5 は上方に大気と連通する大気口、下方にはインクジェットヘッドへインクを供給する供給口を、内部にはインクが充填された多孔質体を有しており、多孔質体の毛管力によりインクジェットヘッドへ供給されるインクをわずかな負圧に維持している。また、記録ヘッドとしてここでは各色のヘッド 6 4 を用いているが、各色のインク滴を吐出するノズルを有する 1 個のヘッドでもよい。

ここで、キャリッジ 6 3 は後方側（用紙搬送方向下流側）を主ガイドロッド 6 1 に摺動自在に嵌装し、前方側（用紙搬送方向上流側）を従ガイドロッド 6 2 に

摺動自在に載置している。そして、このキャリッジ 6 3 を主走査方向に移動走査するため、主走査モータ 6 7 で回転駆動される駆動プーリ 6 8 と従動プーリ 6 9 との間にタイミングベルト 7 0 を張装し、このタイミングベルト 7 0 をキャリッジ 6 3 に固定しており、主走査モーター 6 7 の正逆回転によりキャリッジ 6 3 が往復駆動される。

一方、給紙カセット 5 4 にセットした用紙 P をヘッド 6 4 の下方側に搬送するために、給紙カセット 5 4 から用紙 P を分離給装する給紙ローラ 8 1 及びフリクションパッド 8 2 と、用紙 P を案内するガイド部材 8 3 と、給紙された用紙 P を反転させて搬送する搬送ローラ 8 4 と、この搬送ローラ 8 4 の周面に押し付けられる搬送コロ 8 5 及び搬送ローラ 8 4 からの用紙 P の送り出し角度を規定する先端コロ 8 6 とを設けている。搬送ローラ 8 4 は副走査モータによってギヤ列を介して回転駆動される。

そして、キャリッジ 6 3 の主走査方向の移動範囲に対応して搬送ローラ 8 4 により送り出された用紙 P を記録ヘッド 6 4 の下方側で案内する用紙ガイド部材である印写受け部材 8 9 を設けている。この印写受け部材 8 9 の用紙搬送方向下流側には、用紙 P を排紙方向へ送り出すために回転駆動される搬送コロ 9 1、拍車 9 2 を設け、さらに用紙 P を排紙トレイ 5 6 に送り出す排紙ローラ 9 3 及び拍車 9 4 と、排紙経路を形成するガイド部材 9 5、9 6 とを配設している。

#### 【 0 0 1 8 】

記録時には、キャリッジ 6 3 を移動させながら画像信号に応じて記録ヘッド 6 4 を駆動することにより、停止している用紙 P にインクを吐出して 1 行分を記録し、用紙 P を所定量搬送後次の行の記録を行う。記録終了信号または、用紙 P の後端が記録領域に到達した信号を受けることにより、記録動作を終了させ用紙 P を排紙する。

また、キャリッジ 6 3 の移動方向右端側の記録領域を外れた位置には、ヘッド 6 4 の吐出不良を回復するための回復装置 9 7 を配置している。回復装置 9 7 はキャップ手段と吸引手段とクリーニング手段を有している。キャリッジ 6 3 は印字待機中にはこの回復装置 9 7 側に移動されてキャッピング手段でヘッド 6 4 をキャッピングされ、吐出口部を湿潤状態に保つことによりインク乾燥による吐出

不良を防止する。また、記録途中などに記録と関係しないインクを吐出することにより、全ての吐出口のインク粘度を一定にし、安定した吐出性能を維持する。

吐出不良が発生した場合等には、キャッピング手段でヘッド64の吐出口（ノズル）を密封し、チューブを通して吸引手段で吐出口からインクとともに気泡等を吸い出し、吐出口面に付着したインクやゴミ等はクリーニング手段により除去され吐出不良が回復される。また、吸引されたインクは、本体下部に設置された廃インク溜（不図示）に排出され、廃インク溜内部のインク吸収体に吸収保持される。

このように、このインクジェット記録装置においては本発明を実施したインクジェットヘッドを搭載しており、安定したインク滴吐出特性が得られ、画像品質が向上する。

なお、上記実施形態においては、本発明をインクジェットヘッドに適用したが、インク以外の液滴、例えば、パターンニング用の液体レジストを吐出する液滴吐出ヘッドにも適用することができる。

【 0 0 1 9 】

#### 〔実施例4〕

本発明の実施形態に係る液滴吐出ヘッドは、マイクロポンプに応用することができる。

図8は上記実施形態において説明した液滴吐出ヘッドを構成するアクチュエータの構成をマイクロポンプを構成する複数のアクチュエータに適用した場合の縦断面図である。

このマイクロポンプのアクチュエータは、上下の基板6、7間に振動板13Aを配置して流体を流動させるための一つの流路11Aと、流路11Aに沿って配置された複数の振動室21Aと、端部に位置する振動室21Aに隣接して配置された気圧補正室23Aを形成している。気圧補正室23Aと流路11Aとの間には、振動板13Aよりも変形が容易な構成を有した変形可能板14Aが配置されている。全てアクチュエータの振動室21Aは、気圧補正室23Aに連通するように構成されている。

このマイクロポンプの各アクチュエータを構成する各振動板13Aには夫々複

数の電極 2 2 A が配設され、一つの振動板 1 3 A に設けた複数の電極 2 2 A のうちの隣合う電極 2 2 A には夫々異なる電位が与えられ、結果として振動板 1 3 A は撓められる。ここで、各振動室 2 1 A と連通するように配置された気圧補正室 2 3 A の一つの壁を構成する変形可能板 1 4 A は、その変形量が、振動板 1 3 A の変形量よりも大きくなるようにその板厚、その他の条件が設定されている。もちろん、気圧補正室 2 3 A は複数形成されていても良い。

複数の電極 2 2 A が設けられた各振動板 1 3 A は、流体の流動方向に沿って複数個隣接配置されており、流路 1 1 A の中を流体が流れる構造となっている。各電極 2 2 A への電圧印加により振動板 1 3 A を図中右側（上流側）から順次駆動することによって流路 1 1 A 内の流体は矢印方向へ流れが生じ、流体の輸送が可能となる。本実施例では振動板 1 3 A を複数設けた例を示したが、振動板 1 3 A は一つでも良く、また輸送効率を上げるために流路 1 1 A 等の適所に弁などを設けても良い。

このように各振動室 2 1 A と連通する気圧補正室 2 3 A を設けると共に、振動板 1 3 A よりも変形し易い変形可能板 1 4 A を設けたので、振動室 2 1 A 内の気圧と、外気圧との間に気圧差が発生した場合に、気圧差によって振動板 1 3 A が撓み変形してポンプとして作動不良に陥る前に、各振動室 2 1 A と連通する気圧補正室 2 3 A に設けた変形可能板 1 4 A がいち早く撓み変形して気圧差を解消する機能を発揮するので、ポンプとしての機能を維持することが可能となる。

【 0 0 2 0 】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、圧力検出手段等の格別の構成要素の追加が不要であり、かつ既存の構成要素の一部を加工した小型な圧力調整手段をヘッドチップに設けることで、低コストで広範囲な環境気圧に対応できる液滴吐出ヘッドを作製するとともに、それを用いた液滴吐出ヘッド、インクカートリッジ、及びインクジェット記録装置、及びマイクロポンプを提供することができる。

即ち、請求項 1 乃至 4 の液滴吐出ヘッドは、ヘッドの大型化を防ぐため、コストダウンが図れ、信頼性の高いヘッドを得ることができる。

請求項 5 のインクカートリッジでは、本発明に係る請求項 1 乃至 3 のいずれか

の液滴吐出ヘッドである液滴吐出ヘッドとこの液滴吐出ヘッドにインクを供給するインクタンクとを一体化したので、製造不良品率が減少し、低コスト化を図ることができる。

請求項 6 のインクジェット記録装置によれば、本発明に係るいずれかの液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドを搭載したので、信頼性が高く、高画質化が可能である。

請求項 7 のマイクロポンプでは、電極間に働く静電力によって前記振動板を変形させるので、小型であり、低消費電力のマイクロポンプが実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態に係る液滴吐出ヘッドの分解斜視図。

【図 2】

組み付け状態のアクチュエータ部を示す縦断面図。

【図 3】

本実施例のアクチュエータの空隙と温度の関係を示す説明図。

【図 4】

比較用のアクチュエータの空隙と温度の関係を示す説明図。

【図 5】

本発明の液滴吐出ヘッドを適用したインクカートリッジの概略斜視図。

【図 6】

本発明の液滴吐出ヘッドを適用したインクジェット記録装置の機構部の概略図

【図 7】

図 6 の要部の概略斜視図。

【図 8】

本発明をマイクロポンプに適用した例を示す断面図。

【図 9】

従来のインクジェット記録装置の機構部の概略図。

【図 1 0】

従来のインクジェット記録装置の断面図。

【符号の説明】

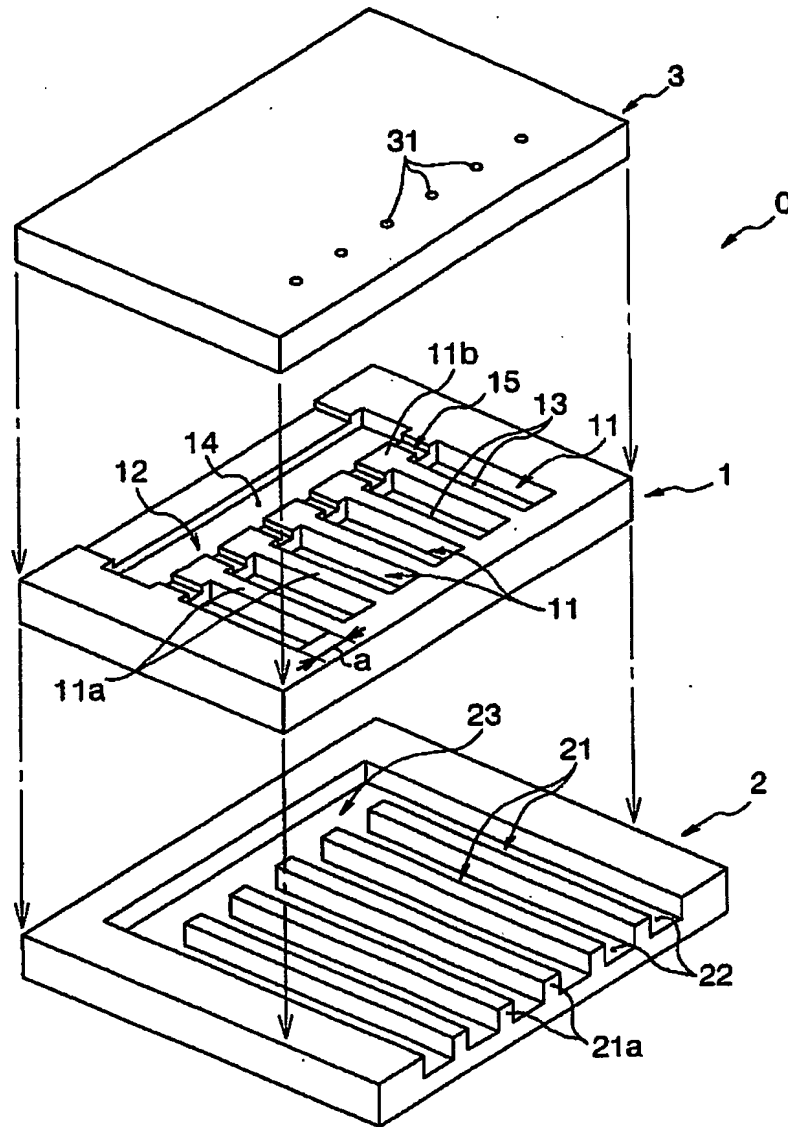
0 静電型液滴吐出ヘッド、1 流路基板、2 電極基板、3 ノズル板、5 封止材、11 加圧液室、12 共通液室、13 振動板、14 変形可能板、15 流路、21 振動室、22 電極、23 気圧補正室、31 ノズル孔、32 流体抵抗部、50 ノズル、51 インクジェットヘッド、52 インクタンク、53 印字機構部、54 給紙カセット、63 キャリッジ、64 ヘッド、65 インクカートリッジ、11A 流路、13A 振動板、14A 変形可能板、21A 振動室、22A 電極、23A 気圧補正室。



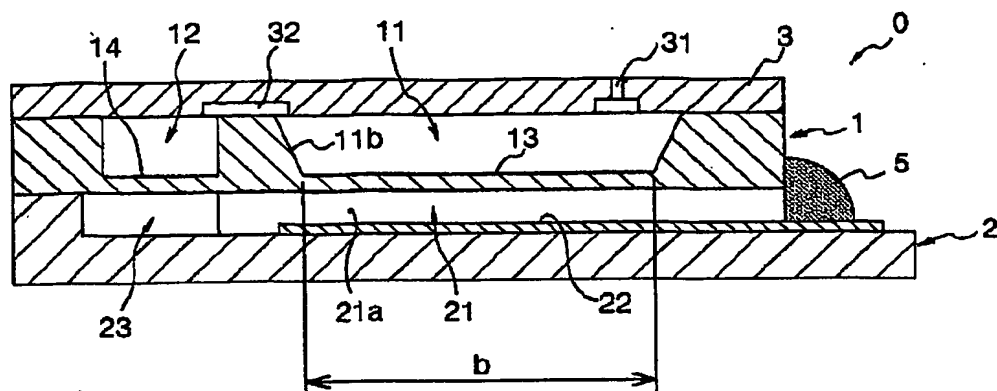
【書類名】

図面

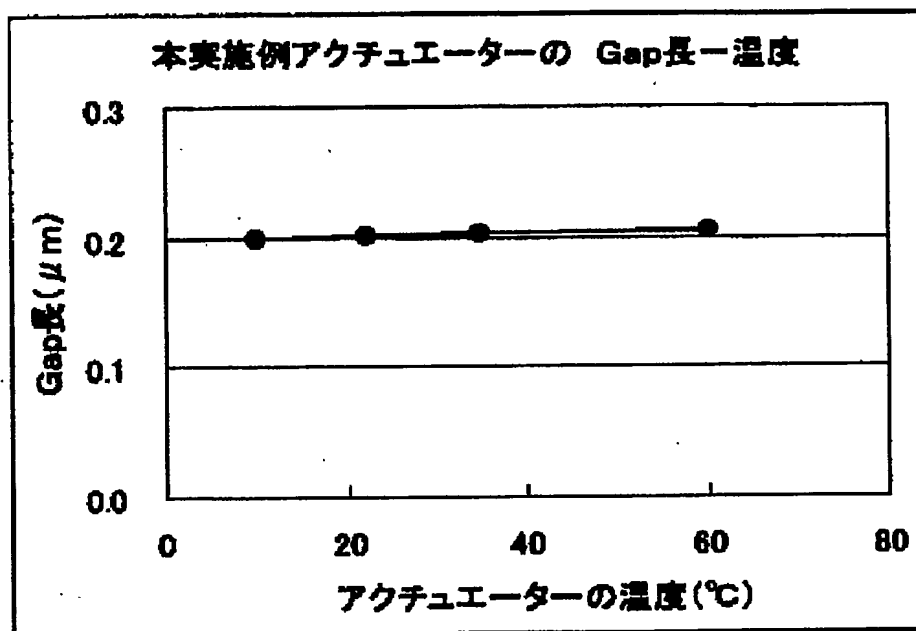
【図1】



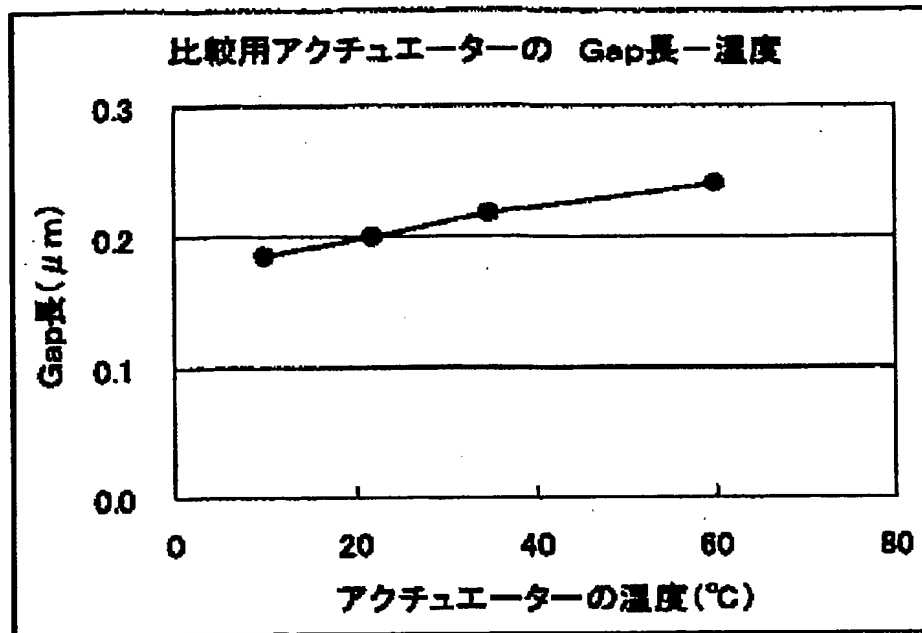
【図2】



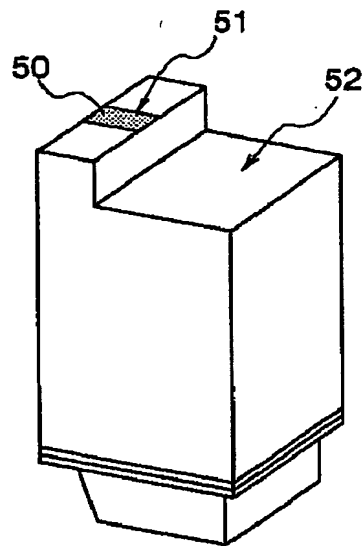
【図3】



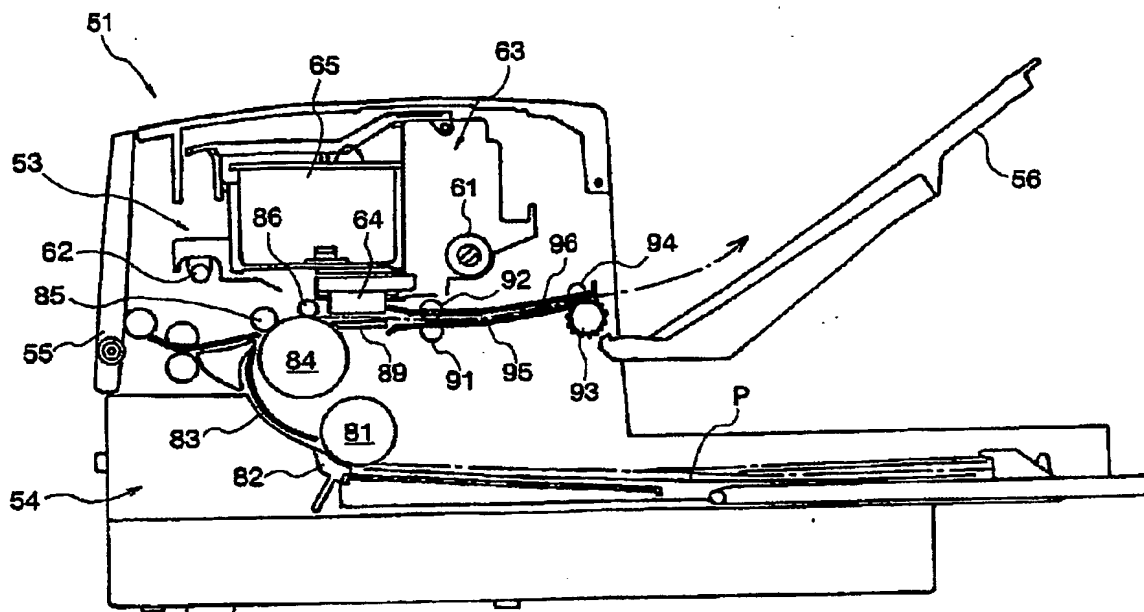
【図4】



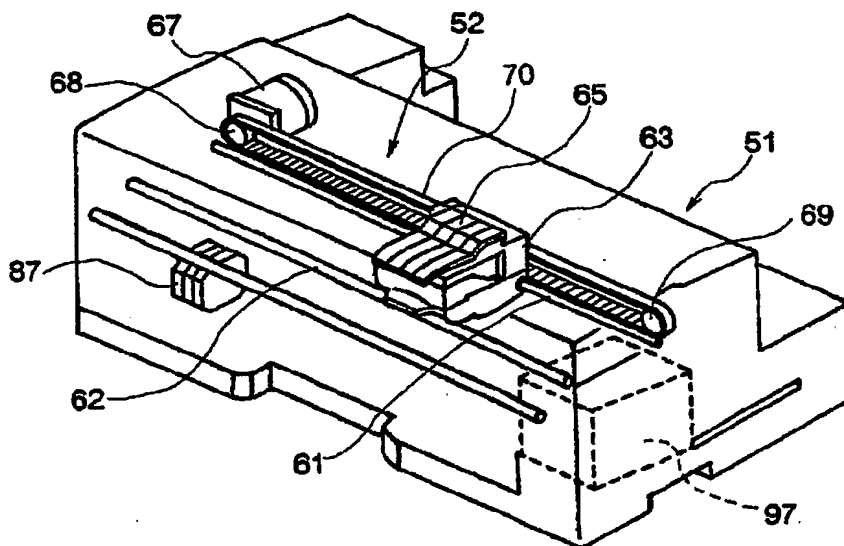
【図5】



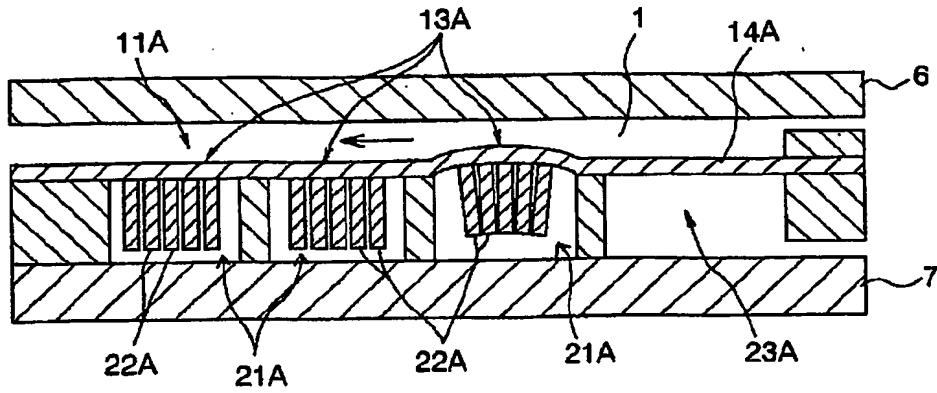
【図 6】



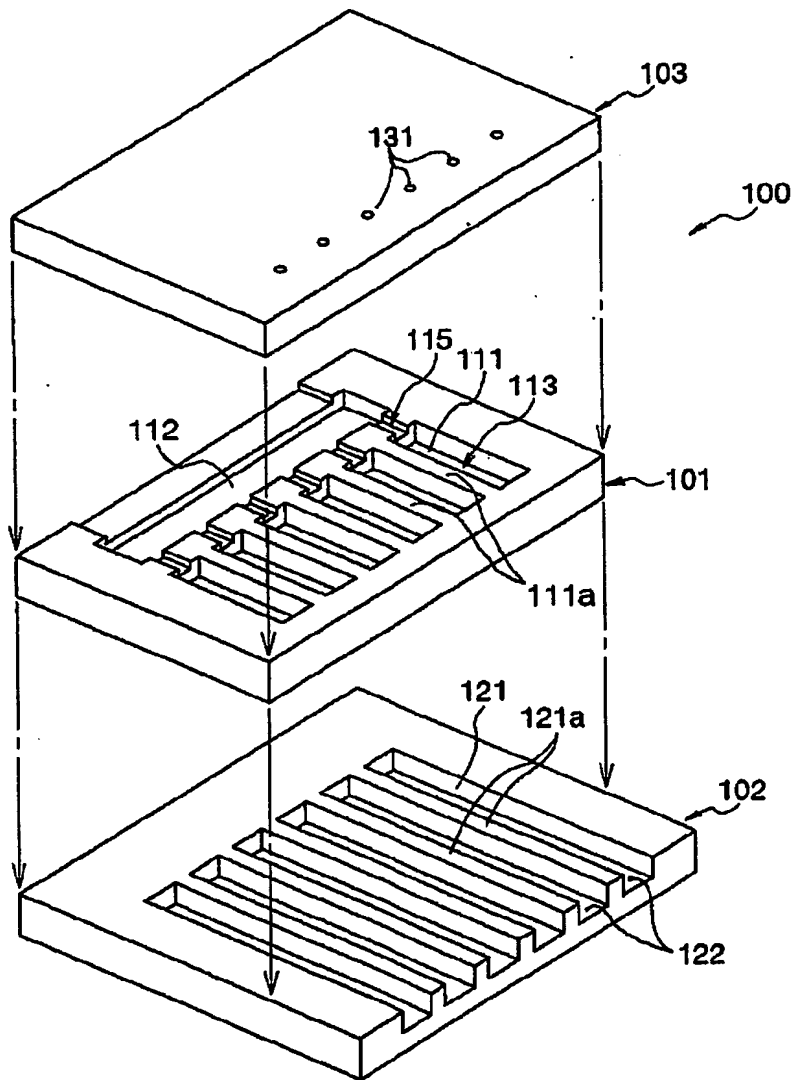
【図 7】



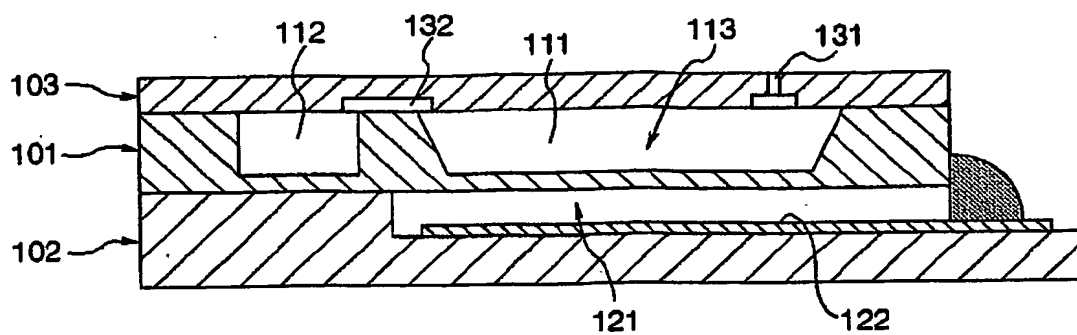
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低コストで省スペースな液滴吐出ヘッド、インクジェット記録装置等を提供する。

【解決手段】 液滴を吐出する単一または複数のノズル孔 3 1 と、ノズル孔のそれぞれに連通する加圧液室 1 1 と、加圧液室に連通する共通液室 1 2 と、加圧液室の少なくとも一方の壁を構成する振動板 1 3 とを備え、振動板を変形させることにより加圧液室内の液にエネルギーを与え液滴を吐出する液滴吐出ヘッド 0 において、共通液室の一方の壁に振動板の変形量よりも大きい変形可能板 1 4 と、変形可能板の共通液室と反対側に気圧補正室 2 3 を設ける構成とする。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006747]

1. 変更年月日

2002年 5月17日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

氏 名

株式会社リコー